

**Efecto del mineral natural Zeolita (clinoptilolita)
en niveles de inclusión del 5 y 10 %
en alimento peletizado para camarones juveniles
Litopenaeus vannamei, sobre el crecimiento
y conversión alimenticia.**

UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE ECOSISTEMAS ACUATICOS



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación fue realizado gracias al apoyo parcial del Instituto Austriaco para la Cooperación Internacional (IIZ) y/o Horizont 3000 de Austria.

Directora de Investigación

MSc. Agnés Saborío Coze.

Investigadores

MSc. María Cristina Espinoza Espinal.

Colaboradores

Lic. Efrén Castillo.

Lic. Teresita Sequeira.

Edición y diseño

Lic. Nelvia Hernández.

Lic. Zunilda Castellanos C.

Resumen

La investigación, “Efecto del mineral natural zeolita (clinoptilolita) en niveles de inclusión del 5 y 10 % en alimento peletizado para camarones juveniles *Litopenaeus vannamei*, sobre el crecimiento y conversión alimenticia”, se llevó a cabo en el Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos, en el área de Nutrición. Se utilizaron dos tratamientos, dieta con inclusión del 5% de zeolita (D5) y la dieta con 10% de inclusión (D10), y una dieta control, sin inclusión de zeolita. Para la evaluación de las dietas se utilizó un dispositivo experimental localizado en el Laboratorio de Ecofisiología. Las dietas en experimentación no ejercieron ningún efecto significativo sobre el factor de conversión alimenticia y el crecimiento. La dieta con inclusión del 10%, presentó una mejor conversión alimenticia y crecimiento. Según los resultados obtenidos se puede presumir que los camarones alimentados con esta dieta mostraron un mayor aprovechamiento del alimento suministrado.

Referencia Bibliográfica

CIDEA-UCA. 2002. Efecto del mineral natural zeolita (clinoptilolita) en niveles de inclusión del 5 y 10 % en alimento peletizado para camarones juveniles *Litopenaeus vannamei*, sobre el crecimiento y conversión alimenticia. Managua, Nicaragua. 36 Pág.

ÍNDICE

I.- INTRODUCCIÓN	3
II.- OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos	4
III.- JUSTIFICACIÓN.....	5
IV.- MARCO TEÓRICO	6
4.1 Los minerales.....	6
4.2 Las zeolitas (Clinoptilolita)	6
4.3 Origen de las zeolitas.....	7
4.4 Composición química.....	7
4.5 Composición petrográfica.....	8
4.6 Composición mineralógica	9
4.7 Potencial de zeolita en Nicaragua.....	9
4.7.1 Industria de la construcción	9
4.7.2 Industria en general.....	9
4.7.3 Agricultura.....	10
4.7.4 Alimentación animal.....	10
4.7.5 Engorde de pollos	10
4.7.6 Acuicultura	10
4.7.7 Camaronicultura	11
V.- MATERIALES Y MÉTODOS	12
5.1 Fase de formulación y elaboración del alimento	12
5.2 Fase experimental	13
5.2.1 Descripción del Experimento	14
5.2.2 Manejo del Experimento.....	14
5.2.3 Tasa de alimentación	14
5.2.4 Monitoreo de factores ambientales.....	15
5.2.5 Análisis de calidad de agua realizados	15
5.3 Descripción de las Variables	15
5.4 Descripción del modelo estadístico	16
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
6.1 Composición nutricional de las dietas	17
6.2 Calidad del agua. Comportamiento de los factores físicos y químicos	17
6.2.1 Factor físico	18
6.2.2 Factor químico	19
VI.- RESULTADOS DE LAS VARIABLES.....	22
VII.- CONCLUSIONES	30
VIII.- RECOMENDACIÓN.....	31
IX.- BIBLIOGRAFÍA.....	32
ANEXOS.....	34

I.- INTRODUCCIÓN

Nicaragua cuenta con un territorio de 38, 000 hectáreas óptimas para la explotación de camarón de cultivo. En los últimos años se ha incrementado el cultivo del camarón, ya que es uno de las actividades económicas más importantes de nuestro país.

Los sistemas de cultivos utilizados en la producción de camarón son el cultivo artesanal, extensivo y semi-intensivo, siendo este último, el que presenta mayor producción, a pesar de poseer los costos de operación más altos. La productividad de cada sistema de cultivo depende en gran parte del alimento balanceado que se suministre.

En cultivos semi-intensivos, el alimento tiene fuerte incidencia sobre los rendimientos de producción. Esto se debe a que generalmente la productividad primaria en el estanque no es suficiente para obtener un buen desarrollo y crecimiento del camarón de acuerdo a lo que se espera en una producción. Por lo tanto la utilización de alimento artificial es de vital importancia para alcanzar mejores rendimientos; debido a que el alimento peletizado es la principal fuente de nutrición del camarón. De esta forma la productividad primaria se constituye en un suplemento de la dieta durante el ciclo de cultivo.

El alimento artificial en una granja representa aproximadamente el 50 - 60% de los costos totales de producción. Debido al alto costo que representa el alimento peletizado para los productores y en busca de alternativas que permitan mejorar esta situación de costos, se realizó el estudio sobre la inclusión del mineral zeolita natural (Clinoptilolita) al 5 y 10 % en dietas peletizadas y su efecto sobre la conversión alimenticia y crecimiento en camarones juveniles *Litopenaeus vannamei*.

Las zeolitas son aluminio-silicatos hidratados de metales alcalinos o alcalinotérreos catalizados, que aparecen en forma natural en las rocas volcánicas y como depósito de un mineral parecido a la arcilla, entre los cuales, los mas importantes a nivel mundial son la clinoptilolita y la mordenita (zeolitas naturales). Estas tienen su aplicación en la nutrición animal debido a sus propiedades de aminorar el paso de los nutrientes en el sistema digestivo y por su afinidad de intercambio iónico con el ión amonio.

II.- OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

- Evaluar el efecto del uso de la zeolita (Clinoptilolita) en los niveles de inclusión 5 y 10 % en dietas peletizadas como componente del alimento peletizado en camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* sobre el crecimiento y conversión alimenticia.

2.2 Objetivos específicos:

- Determinar el efecto de los niveles de inclusión de zeolita (5 y 10 %) en dietas peletizadas sobre la conversión alimenticia.
- Determinar el efecto de la zeolita incluida en un 5 y 10% en dietas peletizadas sobre el crecimiento o ganancia de peso.

III.- JUSTIFICACIÓN

La aplicación de zeolita en alimentos desde el punto de vista nutricional ha tenido un auge, ya que este mineral posee la propiedad de aminorar el paso de los nutrientes en el sistema digestivo, facilitar el cambio iónico, estimular el crecimiento de bacterias y enzimas digestivas y de mejorar la absorción de los productos finales de la hidrólisis de proteínas. (Pérez *et al*, 1992).

En Nicaragua, la explotación y utilización de la zeolita como un aditivo en alimentos es escasa. Sin embargo, se han realizado estudios en ganado porcino y avícola, obteniéndose resultados satisfactorios con relación al incremento del crecimiento y la conversión alimenticia de los individuos, y por ende en la producción pecuaria. En otros países, la industria acuícola ha llevado a cabo ensayos con especies de trucha y salmón; específicamente en la camaronicultura se han realizado con algunas especies como el camarón blanco (*Penaeus schmitti*).

Por lo antes descrito, se hace necesario investigar el empleo de la zeolita como promotor de crecimiento en dietas para camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* y su posible uso en la camaronicultura.

HIPÓTESIS

Ho. Al incluir el mineral Zeolita en dietas peletizadas para camarón *Litopenaeus vannamei*, no se obtiene una mejora en el crecimiento, conversión alimenticia y sobrevivencia de los camarones.

Ha. Al incluir el mineral Zeolita en dietas peletizadas para camarón *Litopenaeus vannamei*, se obtiene una mejora en el crecimiento, conversión alimenticia y sobrevivencia de los camarones.

IV.- MARCO TEÓRICO

4.1 Los minerales

Los minerales son requeridos por los camarones como factores esenciales para el metabolismo y el crecimiento. Los camarones son capaces de absorber ciertos minerales como fósforo y calcio del agua, siendo este un proceso vital para la osmorregulación pero también son importantes desde el punto de vista de la nutrición, los minerales ejercen funciones en los organismos como: constituyentes universales del esqueleto, mantenimiento de la presión osmótica, componentes estructurales de los tejidos suaves, transmisión del impulso nervioso y contracción muscular, equilibrio ácido base corporal (regulación del pH de la sangre) y componentes esenciales de muchas enzimas, vitaminas y hormonas.

Dentro de los minerales se tienen los macro minerales los cuales son requeridos en cantidades considerables dentro de ellos está el calcio, fósforo, potasio, magnesio, sodio, cloro, y azufre y los micro minerales requeridos en pequeñas cantidades o trazas incluyéndose en estos el hierro, cobre, zinc, manganeso, cobalto, selenio, y yodo. También se incluyen níquel, flúor, vanadio, cromo, molibdeno, estaño y silicio.

Tabla 1. Niveles recomendados de minerales en alimentos de camarón

MINERAL	CANTIDAD POR Kg DE ALIMENTO
Calcio	2.8 %
Fósforo disponible	0.9 %
Magnesio	0.2 %
Sodio	0.6 %
Potasio	0.9 %
Hierro	300 ppm
Cobre	25 ppm
Zinc	110 ppm
Manganeso	20 ppm
Selenio	1 ppm
Cobalto	10 ppm

4.2 Las zeolitas (Clinoptilolita)

Las zeolitas forman una familia de silicatos hidratados de metales alcalino o alcalinotérreos bien definida que se parece mucho en su composición en condiciones de formación; y por lo tanto en el modo de ocurrencia, son análogos a los feldespatos, pues como ellos son también silicatos de aluminio con sodio y calcio principalmente (Molina, 2000).

Su composición en numerosos casos se corresponde a los feldespatos hidratados con la estructura molecular estereométrica (framework) los que poseen las propiedades típicas de la capacidad de deshidratación e intercambio iónico. Además, son minerales secundarios que se caracterizan por su dureza interior, principalmente de 3.5 a 5.5. Su peso específico es el mas bajo en las especies anhídricas, correspondientes a 2.0-2.4, y son fácilmente descompuestas por los ácidos, muchas de ellas con gelatinización.

El agua contenida en las zeolitas difiere del agua ordinaria de cristalización de estos minerales. Cuando estas se calientan el agua se desprende fácilmente, continuamente y no a determinadas cantidades a temperaturas definidas como es generalmente el caso. Además, el mineral parcialmente deshidrata otros minerales en vez de agua, tales como: aire, amoniaco, alcohol, ácido sulfhídrico, etc. Otra peculiaridad química es el hecho de que el metal alcalino puede sustituirse artificialmente por plata y otros metales (Molina, 2000).

La zeolita se caracteriza por su capacidad de absorber y perder agua en forma reversible y de intercambiar cationes sin que ocurran cambios importantes en su estructura molecular.

4.3 Origen de las zeolitas

Las zeolitas ocurren mas comúnmente en cavidades y vetas, en rocas ígneas básicas como basalto, diabataza etc; menos frecuentes en granitos, neis, etc. En estos casos la cal y la sosa en parte han sido cedidas principalmente por los feldespatos, también la sosa por nefelita sodalita. Las diferentes especies de la familia nefelita están directamente asociadas entre ellas, algunas veces incluidas como zeolitas.

Muchas de las zeolitas se han producido sintéticamente por varias razones químicas. En general parecen haber sido formadas en la naturaleza por reacciones sobre los feldespatos o minerales feldespatoides. En la naturaleza las zeolitas se encuentran en depósitos de tres tipos que son:

- a) Manifestaciones en amígdalas y cavernas volcánicas
- b) Producto de las condiciones más suaves de una metamorfosis.
- c) Depósitos en rocas sedimentarias o mejor dicho residuales, los cuales son los únicos que alcanzan los tamaños explorables.

En nuestro país se presentan zeolitas en sus tres diferentes orígenes, en el caso de las rocas volcánicas las rocas encajonantes, son basaltos columnares y andesitas basálticas, las estructuras zeolíticas poseen en este caso un rumbo noreste y los minerales que la conforman en algunos casos son coincidentes con los de las ignimbritas dacíticas del grupo coyol, acompañado de minerales propios de alteraciones hidrotermales tales como: clorita, feldespatos, alto contenido de sílice libre y asociados (García, 1999).

4.4 Composición química

Los resultados de los análisis químicos realizados en el laboratorio médico-químico Dr. Bengoechea S.A, en Managua (1983) fueron los siguientes.

Tabla 2. Análisis Químico de la Zeolita (laboratorio médico-químico Bengoechea)

SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	MgO	CaO	PPI	P₂O₅	Total
70.77%	13.60%	1.38%	0.94%	0.94%	10.28%	0.88%	99.67%

Fuente: Brenes, 2001

Los resultados de los análisis químicos de las fracciones granulométricas fueron realizados en la república de Cuba por (INMINE, 1983), los cuales se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis Químicos realizados por INMINE, Cuba

Fracc	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	MgO	CaO	Na₂O	K₂O	P.P.I	Total
Mm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
+ 2.0	79.70	0.161	9.22	1.26	0.49	1.05	0.36	3.87	3.15	99.26
2.0- 0.25	71.89	0.230	14.26	1.51	0.65	1.28	0.47	4.44	4.46	99.19
0.25- 0.063	64.45	0.390	14.91	2.34	1.18	1.51	0.43	6.29	4.52	99.03
6.063- 0.036	60.08	0.270	14.46	1.51	0.84	1.63	0.38	6.88	4.23	98.28
0.036- 0.02	67.26	0.122	15.50	1.11	1.04	2.37	0.47	4.33	6.53	98.73
0.02	65.36	0.116	15.87	1.03	1.04	3.54	0.51	3.86	7.88	99.20
Muestra Total	70.72	0.192	13.77	1.48	0.86	1.70	0.55	4.91	4.97	99.15

Fuente: Molina, 2000

P.P.I, son los elementos tales como óxido de calcio y el agua por absorción que se pierde por efectos del calentamiento, el agua por absorción difiere del agua de cristalización ya que no se pierde por efecto del calentamiento debido a que forma parte de la estructura del mineral. Los resultados del análisis espectrográfico semicuantitativos se expresan en la tabla 4.

4.5 Composición petrográfica

La composición petrográfica corresponde a las materias que están siendo sujetas a experimentación. Según el Instituto de Minería (INMINE), Cuba, la composición petrográfica de zeolita es la siguiente:

Cuarzo (K) 18%, feldespato (Sanidina) 6%, biotita 3%, plagioclasa ácida 2.4 %, matriz 70% (vidrio desvitrificado, microagregado de minerales arcillosos, zeolitas, sílice, clorita y accesorios) y 0.6% de fragmentos de roca (Brenes *et al*, 2001)

Tabla 4. Análisis Espectrográfico

Cobre	Bario	Calcio	Vanadio	Manganeso	Zirconio
10ppm	200ppm	6ppm	10ppm	200ppm	100ppm

Fuente: Brenes, 2001

4.6 Composición mineralógica

La composición mineralógica se expresa de la siguiente manera:

Clinoptilolita con trazas posibles de heulanditas más cristobalitas; pequeñas cantidades de cuarzo, mica y tal vez feldespatos. Las especies de zeolitas encontradas en yacimientos con reservas probables de 10.000.000 de toneladas de materia prima reflejan lo siguiente: Clinoptilolita ($\text{Na}_2 \text{K}_2 \text{Ca}_3 \text{Al}_6 \text{Si}_3 \text{O}_{72} \cdot 74 \text{H}_2\text{O}$) con trazas de heulandita ($\text{CaNa}_2)_4 \text{Al}_8 \text{Si}_6 \text{O}_{72.24} \text{H}_2\text{O}$) ó laumontita ($\text{Ca}_4 \text{Al}_8 \text{Si}_{16} \text{O}_{48.16} \text{H}_2\text{O}$). Se desconoce el porcentaje del mineral natural zeolita en muestras o porcentos por unidad de volumen (Brenes *et al*, 2001).

4.7 Potencial de zeolita en Nicaragua

4.7.1 Industria de la construcción

La piedra cantera es un material muy explotado en nuestro país, es fácilmente cortable contiene una proporción de zeolita dentro de su composición mineral.

Los cementos y concretos puzolánicos están conformados por una materia prima llamada puzolana o tras, que es una toba desvitrificada y zeolitizada, de la cual existen yacimientos gigantescos en nuestro país. Incluso, la materia prima en experimentación posee la cualidad de mezclarse con el cemento dando origen a un cemento especial con alta capacidad de resistencia y solidificación. Los agregados acelerados en los concretos son producidos por el método de expansión y se aprovechan en concretos y paneles en fases constructivas urgentes en puentes, puentes, diques, etc. (Molina, 2000)

4.7.2 Industria en general

En la industria en general las zeolitas se aprovechan por cumplir con requisitos de pureza y de composición monomineral, ya que juegan el papel de absorbentes moleculares, por ejemplo son utilizadas en la purificación de vinos, aceites etc.

La mezcla de este mineral con excrementos humanos y animales, además de absorber el amonio, una vez que las bacterias actúan, hacen que se formen compuestos orgánicos de alto valor nutricional para las plantas. Es un desodorizante en granjas porcinas, avícolas aplicándolas en forma natural y después es aprovechable como abono (Molina, 2000).

4.7.3 Agricultura

En la producción hortícola y de flores, es aprovechado el intercambio iónico, podemos tratar a los suelos intoxicados debido al uso indiscriminado de agroquímicos que en la actualidad se encuentran prohibidos. Esto posibilitaría el cultivo de plantas culturales y de pastos para el ganado sin efectos mal sanos. En la peletización de alimento para animales en todas sus esferas e incluso los de producción acuícola como el cultivo del camarón y tilapia.

4.7.4 Alimentación animal

Desde hace ya un tiempo se conoce la acción beneficiosa de la adición de pequeñas cantidades de productos zeolíticos en alimento para animales aumentando su peso y conversión alimenticia. Algunos autores han señalado que estos beneficios se deben que las zeolitas estimulan el crecimiento de bacterias y enzimas digestivas, activando sus procesos fermentativos. Así como también, facilita la digestibilidad del alimento, mejora la absorción de los productos finales de la hidrólisis de las proteínas y reduce la producción amoniaca tóxica en el sistema digestivo del animal.

También es utilizada en alimentos comerciales arriba del 2 %, comúnmente usados como vehículo para la premezcla de minerales traza (López, 1997).

Asimismo desde el punto de vista de la nutrición animal, la zeolita ha tenido una mayor aplicación debido a sus propiedades de aminorar el paso de los nutrientes en el sistema digestivo y por su afinidad de intercambio iónico con el ión amonio. No obstante, la efectividad de la zeolita como promotora del crecimiento está relacionada con los diferentes tipos de zeolita, sus propiedades y por su nivel de inclusión en la dieta (Escurre, 1986). Aparte del efecto de relleno, por lo cual las zeolitas mejorarán la conversión del alimento, estas también parecen aumentar el peso corporal de los animales y aunque los resultados obtenidos hasta el momento son variables, se ha observado mayor viabilidad y mejor estado de salud en general, tanto en el ganado como en aves de corral alimentados con dietas suplementadas con zeolita (Pérez, 1992).

4.7.5 Engorde de pollos

En Nicaragua, ha sido utilizada al nivel de investigación en dietas para pollos de engorde con inclusiones del 0.5%, obteniéndose como resultados, que la zeolita influye sobre la ganancia de peso promedio final. En relación, a la conversión alimenticia promedio se mejoró. Estos resultados están dados para niveles de inclusión del 0.5% de zeolita, al ser comparados con otros tratamientos. Así mismo se obtuvieron los mismos resultados en el rendimiento promedio de la canal Kg. (Brenes, 2001).

4.7.6 Acuicultura

En la producción camaronera y piscícola, se hace urgente su uso ya que absorbe en un 97% el amoníaco que se forma en los depósitos, pilas, estanques, acuarios, etc. Sin cita, en estudio realizado en Escuela Católica de Agricultura y Ganadería de Estelí (2000).

Se ha demostrado que su adición permite aumentar la concentración de peces en estanques, ya que facilita la oxigenación del medio y evita la contaminación del mismo, al reducir el contenido de nitrógeno del alimento de deshecho y de las excretas. (Mumpton y Fishman, 1977) citado por Pérez, (1992). En el estudio Empleo de zeolita en dietas para juveniles del camarón blanco *Penaeus schmitti*.

4.7.7 Camaronicultura

Se han realizado muy pocos estudios sobre el uso de la zeolita en alimentos para camarón. En 1992 en Cuba se realizó un estudio a nivel de laboratorio para determinar el efecto de la Zeolita natural (clinoptilolita y modernita) como promotora de crecimiento en dietas para juveniles de camarón blanco *Penaeus schmitti* y su posible uso en la camaronicultura. Se obtuvo como resultado que no se ejerce influencia en el uso de inclusiones de 3 y 5% en las dietas en relación, al crecimiento de los camarones en estudio. El factor de conversión alimenticia (FCA) es significativamente mejor en la dieta que contiene zeolita. Asimismo la supervivencia fue mayor en los tratamientos con zeolita.

V.- MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Nutrición y Alimentación del Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos de la Universidad Centroamericana.

El estudio se desarrolló en dos fases:

5.1 Fase de formulación y elaboración del alimento

a) Formulación

La formulación de las dietas utilizadas en el estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición del CIDEA. Se utilizó un programa computarizado o método de programación lineal, consistiendo en una hoja de cálculo que contiene la composición nutricional (proteína, grasa, fibra, humedad, cenizas y aminoácidos) de las materias primas utilizados en la elaboración de alimentos acuícolas (harina de pescado, soya, arroz, camarón, etc.). Para obtener la fórmula se realizó un balance de las materias primas, tomando en cuenta el requerimiento nutricional de los organismos utilizados en el estudio. Las dietas se formularon para un 25% de proteína. La composición porcentual de la dietas se presenta en la tabla 5.

Tabla No. 5 Composición porcentual de las dietas

Ingredientes	D5 Porcentaje	D10 Porcentaje	D0 Porcentaje
Harina de pescado	19	19	19
Harina de cabeza de camarón	6	6	6
Harina de soya	19	19	19
Harina de Arroz	15	15	20
Almidón	18.7	13.7	18.7
Afrecho	4	4	4
Vitaminas	3	3	3
Minerales	2	2	2
Alginatos	2	2	2
Aceite de hígado de bacalao	2.5	2.5	2.5
Aceite de soya	2.5	2.5	2.5
Lecitina de soya	1	1	1
Vitamina C	0.2	0.2	0.2
Colina	0.1	0.1	0.1
Zeolita	5	10	-
Proteína	25	25	25

La mayoría de materiales incluidos en la fórmula son de origen nacional a excepción de la harina de pescado debido a que en Nicaragua no existen industrias procesadoras de harina de pescado, componente principal de las dietas para camarón como fuente de proteína animal, aceite de pescado, vitaminas, minerales y el aglutinante (alginato de sodio).

b) Elaboración de las dietas

La elaboración de las dietas se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición, para lo cual se utilizaron los equipos disponibles para la elaboración de alimento a escala experimental. El mezclado se efectuó con una mezcladora manual, el peletizado en una peletizadora (tipo molino de carne) marca FUJI MIZUHO y el secado en un horno marca FISHER SCIENTIFIC. La foto 1 muestra el peletizado del alimento.



Foto 1. Proceso de peletizado del alimento

c) Análisis de las dietas

A las dietas elaboradas se les determinó su composición nutricional (proteína, grasa, fibra, cenizas, humedad, fósforo y calcio). Los análisis fueron realizados en LAQUISA. El análisis de las dietas se efectuó a fin de conocer el verdadero contenido nutricional de las dietas.

5.2 Fase experimental

Consistió en la evaluación de las dietas durante seis semanas en un dispositivo localizado en el Laboratorio de Eco fisiología del Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos (CIDEA).

5.2.1 Descripción del Experimento

Para evaluar el estudio se hizo uso de un dispositivo elaborado por el Dr. Carlos Rosas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el cual consiste en 18 cajas de plástico con capacidad de 27 litros, cada una de ellas tiene las siguientes dimensiones: 51 cm de largo, 35 cm de ancho y 29 cm de alto. El agua utilizada para el experimento se transporta a las cajas o unidades de experimentación a través de tubos de PVC, con la ayuda de una bomba, las unidades de experimentación están provistas de conductos de drenaje, los que conducen al agua a un filtro biológico a base de coralina. El agua que se utilizó fue de mar procedente de Salinas Grande. Se mantuvo una oxigenación constante con una bomba aireadora marca MEDO; modelo LE – I00. Ver foto del dispositivo experimental en Anexo No. 1

En el ensayo se utilizaron 72 camarones en estadio juvenil de la especie *Litopenaeus vannamei* procedentes de la granja experimental del CIDEA en Puerto Morazán, los que fueron aclimatados debido a que venían con salinidad diferente al agua contenida en las cajas del dispositivo.

Los camarones después de haberse aclimatado de la salinidad, se depositaron en las cajas plásticas que componen el dispositivo experimental con el fin de que los camarones se adaptaran al medio de experimentación. El período de adaptación que se les dio fue de 4 días, durante este tiempo los camarones fueron alimentados con el alimento testigo 0 % inclusión de zeolita y se realizó el reemplazo de los camarones que morían, ya que al iniciar la evaluación de las dietas no se deben sustituir los camarones que mueren.

5.2.2 Manejo del Experimento

Pasado el período de adaptación de los camarones, se pesaron 6 de ellos por replica en una balanza OHAUS de 454 gramos de capacidad, los pesos oscilaron de 1.5 - 4 gramos, posteriormente fueron sometidos a experimentación con las dietas en estudio. La selección de las cajas o unidades experimentales correspondiente a cada dieta se realizó de forma aleatoria.

En el estudio se realizaron dos tratamientos y un testigo con cuatro replicas cada uno.

Tratamiento D0: alimento sin inclusión de zeolita

Tratamiento D5: alimento con inclusión de zeolita del 5%

Tratamiento D10: alimento con inclusión de zeolita del 10%

5.2.3 Tasa de alimentación

La ración de alimento se aplicó de acuerdo a la biomasa correspondiente de los camarones por cada tratamiento, iniciándose con un 8% del peso vivo, obteniéndose la cantidad de alimento a proporcionarse en la primera semana. El porcentaje del 8% disminuye gradualmente en 1%, hasta finalizar la última semana con un 3%.

La ración diaria se aplicó en tres porciones iguales, las que se proporcionaron a la 7:30 am, a las 12 meridiano y a las 5: 00 pm.

Diariamente por las mañanas antes de alimentar, se realizaba limpieza de las cajas con el fin de eliminar las heces y desechos.

5.2.4 Monitoreo de factores ambientales

Se realizaron monitoreos diarios, mañana y tarde de los factores físicos y químicos del agua, excepto el pH que se realizó cada ocho días.

a) Factor físico

Temperatura: Las mediciones se realizaron con el equipo YSI Modelo # 85/100FT, en horas de 7:20 am y 5 pm.

b) Factores químicos

Salinidad: La medición de este factor se realizó con el mismo equipo utilizado para la medición de la temperatura y a las mismas horas.

pH: Para la medición se utilizó un equipo de pH, HACH EC10. Estas mediciones se realizaron por la mañana.

5.2.5 Análisis de calidad de agua realizados

Amonio (Metabolitos Tóxicos)

Cada 15 días se realizaron análisis de amonio (por el método fenato) al agua de drenaje de las unidades de experimentación. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de calidad de agua del CIDEA.

5.3 Descripción de las Variables

a) Alimento suministrado

El alimento suministrado se obtuvo de la biomasa de cada unidad multiplicada por un porcentaje que depende de la biomasa presentada por los camarones en cada dieta experimentada. El consumo de alimento se inició con un 8 % de la biomasa hasta llegar a un 3%.

b) Ganancia de peso semanal

Esta variable se obtuvo pesando uno a uno los camarones de cada dieta evaluada, luego se promedió el peso total entre el número de camarones vivos. Para pesar los camarones se utilizó una balanza con capacidad de 454 gr. Para obtener la ganancia de peso por semana se utilizó la siguiente fórmula.

$$GP_s = P_f - P_i$$

Donde:

GPs: Ganancia de peso semanal

Pf : Peso final

Pi : Peso inicial.

c) Factor de Conversión Alimenticia

Esta variable se obtuvo considerando la cantidad de alimento suministrado, dividido entre el peso vivo ganado durante las seis semanas de evaluación.

$$FCA = \frac{A}{PB} = \frac{\text{Alimento suministrado}}{\text{Peso Ganado}}$$

5.4 Descripción del modelo estadístico

El efecto de los diferentes niveles de inclusión de zeolita (5 y 10%) en el alimento peletizado para camarones *Litopenaeus vannamei* sobre cada una de las variables en estudio: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, se les realizó un análisis de varianza y comparación de medias usando Tukey, mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA).

Diseño completamente al azar (DBCA)

En este diseño, los tratamientos se asignan aleatoriamente, a un grupo de unidades experimentales denominado bloque o repetición. Bloque es el término mas adecuado, puesto que evita confusión con las repeticiones del diseño completamente aleatorio.

El objetivo consiste en mantener la variabilidad entre unidades experimentales dentro de un bloque tan pequeño como sea posible, y maximizar las diferencias entre bloques (Little 1981)

Modelo Lineal

$$X_{ij} = \mu + T_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Cualquier observación correspondiente a las variables en estudio

μ = Promedio general de cada una de las variables

T_{ij} = Es el efecto de los tratamientos sobre las variables definidas

ε_{ij} = Es el error experimental

VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis realizados a las dietas formuladas y elaboradas en el CIDEA se presentan en la tabla 6.

6.1 Composición nutricional de las dietas

Tabla 6. Resultados de los análisis realizados para la determinación de la composición nutricional

ANÁLISIS	U/M	D0	D5	D10
Proteína	%	27.30	27.10	26.90
Humedad	%	10.30	11.00	11.20
Grasa	%	10.20	6.80	10.00
Cenizas	%	7.80	12.30	14.10
Carbohidratos	%	44.40	42.80	37.80
Fibra cruda	%	2.70	3.10	3.70
Calcio	%	1.30	1.40	1.40
Fósforo	%	0.98	0.96	1.00

La tabla 6 refleja la composición nutricional de las tres dietas formuladas, con inclusión de zeolita del 5% (D5), 10% (D10) y dieta testigo sin inclusión de zeolita(D0). Las dietas presentan aproximadamente un 27% de proteína. La proteína es utilizada por los camarones específicamente para el crecimiento, regeneración de tejidos, suministro de aminoácidos esenciales y no esenciales para el metabolismo digestivo. Los nutrientes como carbohidratos y grasa son utilizados como fuente de energía para la realización de actividades físicas. Las dietas se formularon para un 25% de proteína. Los resultados de los análisis de 27.30%, 27.10%, 26.90% para las dietas D0, D5 y D10 respectivamente, se debe a que al formular para un 25% se da un margen de un 2% por encima del 25%, debido a que la materia prima utilizada en la fórmula no es sometida a análisis trabajándose solo con composición teórica.

6.2 Calidad del agua. Comportamiento de los factores físicos y químicos

Los factores físicos-químicos son determinantes e importantes en la calidad del agua, ya que influyen directamente en el crecimiento, respiración y demás actividades fisiológicas del camarón. Fuera de los niveles óptimos estos factores provocan estrés lo que facilita que los camarones estén mas susceptibles a enfermedades que inciden en su crecimiento y desarrollo.

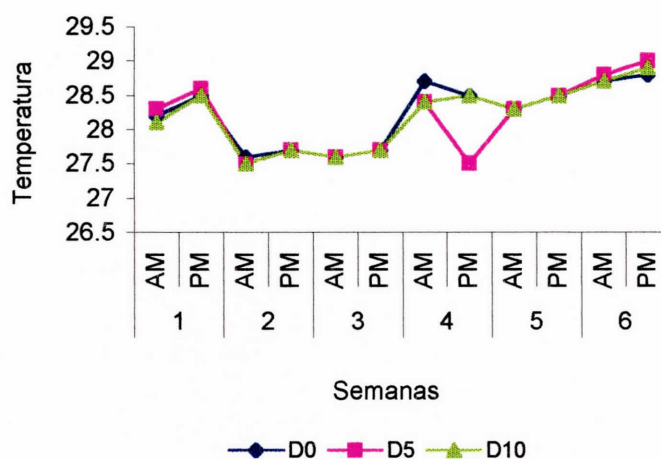
6.2.1 Factor físico

✚ Temperatura

Tabla 7. Promedio de registros de temperatura semanas por tratamiento

Hora	1		2		3		4		5		6	
	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
D0	28.2	28.5	27.6	27.7	27.6	27.7	28.7	28.5	28.3	28.5	28.7	28.8
D5	28.3	28.6	27.5	27.7	27.6	27.7	28.4	27.5	28.3	28.5	28.8	29.0
D10	28.1	28.5	27.5	27.7	27.6	27.7	28.4	28.5	28.3	28.5	28.7	28.9

Gráfico 1. Comportamiento de la temperatura durante el estudio



D0 = dieta testigo

D5 = dieta con 5% de inclusión de zeolita

D10 = dieta con 10% de inclusión de zeolita

La temperatura, es un factor importante que influye directamente en los organismos acuáticos, afectando la respiración, el crecimiento y la reproducción. El período de digestión depende de la temperatura, esto resulta comprensible desde el momento en que intervienen un gran número de reacciones químicas, cuya velocidad se encuentra determinada por la naturaleza. La temperatura óptima para el crecimiento rápido es superior a los 25°C y menor a los 30°C. (Pretto 1980, Clifford 1991, citados por Obregón, 1999).

Durante el estudio, la temperatura en los tratamientos presentó un comportamiento similar hasta la quinta semana, en la sexta semana tendió a incrementar en los tratamientos en lecturas realizadas en la mañana y tarde, registrándose el mayor valor de temperatura en esta semana de 29.0 °C durante lecturas realizadas en la tarde, este registro corresponde al tratamiento D5, en las semanas anteriores para los tres tratamientos las temperaturas oscilaron entre 27.5 a 28.7°C

Estos valores están dentro de la temperatura óptima para un crecimiento rápido de los camarones la cual debe ser superior a 25°C y menor a los 30°C según Pretto (1980), citado por Obregón (1999). En el gráfico 1 se observa el comportamiento de la temperatura durante las seis semanas de estudio.

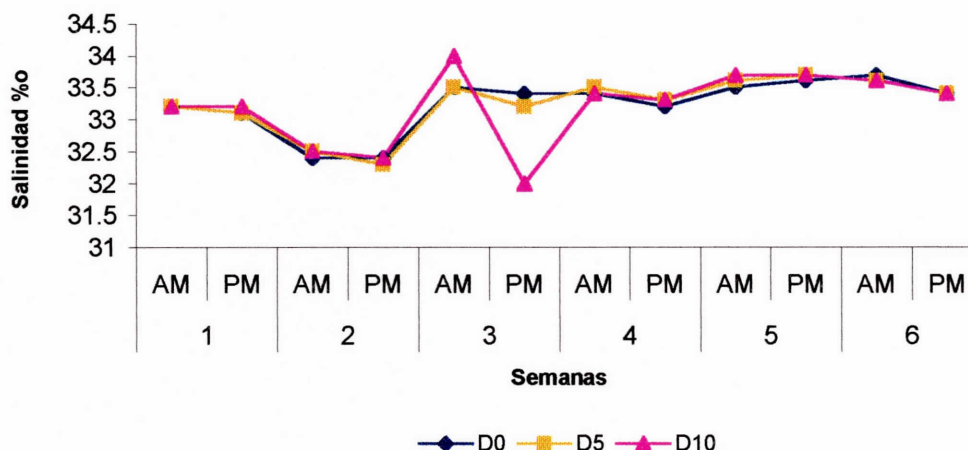
6.2.2 Factor químico

a) Salinidad

Tabla 8. Promedio de registros de salinidad por semanas por tratamiento

Hora	1		2		3		4		5		6	
	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
D0	33.2	33.1	32.4	32.4	33.5	33.4	33.4	33.2	33.5	33.6	33.7	33.4
D5	33.2	33.1	32.5	32.3	33.5	33.2	33.5	33.3	33.6	33.7	33.6	33.4
D10	33.2	33.2	32.5	32.4	34.0	32.0	33.4	33.3	33.7	33.7	33.6	33.4

Gráfico 2. Comportamiento de la salinidad durante el estudio



La salinidad, se refiere a la concentración de todos los iones disueltos en el agua.

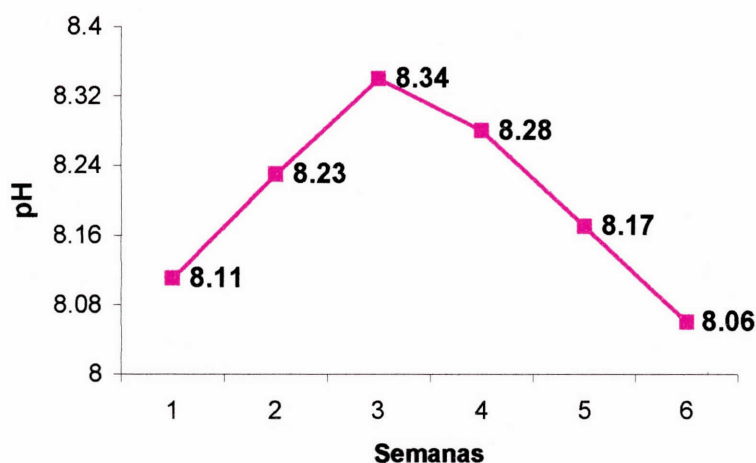
La tabla 8 presenta los registros de salinidad realizados en horas de la mañana y tarde. Durante las seis semanas la salinidad osciló entre 32.3% a 34%, dichos registros se encuentran dentro del rango para un desarrollo normal del camarón cuyos valores son de 5‰ a 40 ‰. El camarón tiene alta capacidad de adaptarse a diferentes rangos de salinidad, pero las variaciones fuertes afectan su metabolismo y crecimiento. En el gráfico 2 se observa que el comportamiento de la salinidad fue similar en los tratamientos, ya que realizó un control de salinidad durante el estudio.

b) pH:

Tabla 9. Registros de pH durante las seis semanas del experimento

Factor Químico	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
pH	8.11	8.23	8.34	8.28	8.17	8.06

Gráfico No. 3 Comportamiento del pH durante el estudio



En pH del agua, está relacionado con cambios en el ambiente físico o biológico. Un aumento considerable en el pH puede provocar un desequilibrio en los niveles de amonio y bajos niveles de pH pueden estresar el camarón, causando una baja sobrevivencia.

La tabla 9 muestra los registros semanales del pH durante las seis semanas del experimento, presentado una oscilación de 8.06 a 8.34, valores que corresponden al rango óptimo para el camarón. Según Santamaría (1991), citado por Obregón (1999), el rango óptimo de pH para el camarón fluctúa entre 7.2 y 8.2, esto no significa que los valores menores o mayores sean letales.

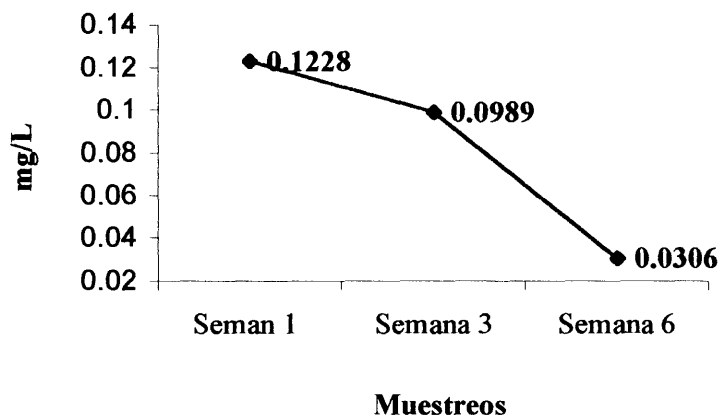
c) Metabolitos Tóxicos

✚ Amonio

Tabla No. 10 Resultados de análisis químicos realizados

Análisis	Unidad de medida	Resultados		
		Primer muestreo	Segundo muestreo	Tercer muestreo
Amonio	mg/l	0.1228	0.0989	0.0306

Gráfico 4. Comportamiento del amonio durante las seis semanas de experimento



El amonio se genera en el agua como un desecho del metabolismo animal, producto de la mineralización de la materia orgánica por bacterias heterotróficas. El amonio es altamente tóxico por su elevada solubilidad en lípidos y capacidad de difusión a través de las membranas celulares. La tolerancia de los organismos acuáticos al amonio depende de la especie, sus condiciones físicas y de diversos factores ambientales. En la tabla 10 se observa que los resultados de los análisis de amonio realizados a muestras del agua utilizada en el experimento, en los cuales se determinaron concentraciones máximas de 0.1228 mg/L en la primera semana del experimento y mínimas de 0.0306 mg/L en la última semana, concentraciones que están dentro de los rangos para evitar estrés en el camarón. Según Boyd (2001) para evitar el estrés en el camarón es recomendable no pasar de 2mg/L. El gráfico 4, muestra que el comportamiento del amonio fue descendente, ya que a medida que transcurre el tiempo de experimentación, este disminuye. Al haber un mayor crecimiento en los camarones, conlleva al aumento de la materia orgánica (excremento y alimento). De acuerdo a los resultados obtenidos se puede presumir que la zeolita redujo el contenido de nitrógeno del alimento de deshecho y de las excretas. Según Mumpton y Fishman (1977) citado por Pérez (1992), la zeolita reduce el contenido de nitrógeno del alimento de deshecho y de las excretas, asimismo se menciona en estudio realizado en la Escuela Católica de Agricultura y Ganadería de Estelí (2000), sin cita bibliográfica, que la zeolita, absorbe en un 97% el amoniaco que se forma en los depósitos, pilas, estanques, acuarios etc.

VI.- RESULTADOS DE LAS VARIABLES

Las variables evaluadas en esta investigación son: Suministro de alimento, peso ganado o incremento en peso por semana y conversión alimenticia a fin de conocer el efecto de la zeolita sobre estas, de acuerdo a los porcentajes de inclusión (5 y 10 %) en las dietas formuladas.

a) Suministro de Alimento

Esta determinada por el peso promedio de los camarones en estudio por tratamiento multiplicado por un porcentaje de acuerdo con el peso presentado.

Tabla 11. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable suministro de alimento semanal (g)

Fuente de Variación	gl	Cuadrado Medio	Pr > F
Tratamiento	2	0.00365971	0.8308 NS
Semana	5	1.38864749	0.0001 ***
Tratamiento x Semana	10	0.00428513	0.9936 NS
Error	54	0.00428513	

FV: Fuente de variación

gl : grados de libertad

FV : Fuente de variación

Cuadrado medio:

NS: No significativo

*** ($\alpha=0.0001$): altamente significativo

La tabla 11 muestra que al evaluar la variable suministro de alimento en relación a los tratamientos ANDEVA demuestra que no existen diferencias significativas, es decir que los tratamientos tuvieron igual tendencia, para la fuente variación semana se observan diferencia estadística altamente significativa ($\alpha = 0.01\%$) en esta variable, lo que significa que el suministro de alimento presentó variaciones durante las semana. Al comparar el tratamiento con las semanas no se encontró diferencias significativas lo que refleja que los tratamientos presentaron igual comportamiento durante las seis semanas de estudio.

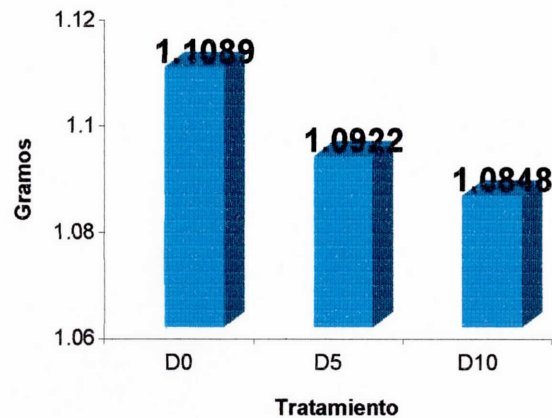
Tabla 12. Separación de medias según Tukey para la variable suministro de alimento por tratamiento

Agrupamiento	Promedio	N	Tratamiento
A	1.1089	24	D0
A	1.0922	24	D5
A	1.0848	24	D10

Letras iguales reflejan similitud estadística

La separación de las medias del suministro de alimento en relación, a los tratamientos refleja que tanto el tratamiento testigo (D0) con 0% de inclusión de zeolita, los D5 y D10 tratamientos con inclusión de zeolita del 5 y 10% respectivamente, no presentaron diferencias estadísticas significativas, pero si se presentaron diferencias numéricas entre los tratamientos, dándose el mayor suministro de alimento en el tratamiento D0 1.1089 g, y el menor en el tratamiento D10, 1.0848 g, este comportamiento se debe a que en el tratamiento D0, la biomasa de los camarones es mayor lo que permitió que la cantidad de alimento a suministrar en las unidades experimentales de este tratamiento fuese mayor ya que el porcentaje de alimento depende de la biomasa y en el tratamiento D10 la biomasa fue menor. En el gráfico 5 se presenta el comportamiento de la variable suministro de alimento por tratamiento.

Gráfico 5. Comportamiento de la variable suministro de alimento por tratamiento



D0: Dieta sin inclusión de zeolita

D5: Dieta con 5% de inclusión de zeolita

D10: Dieta con 10% de inclusión de zeolita

Tabla 13. Separación de medias para el consumo de alimento suministrado por semana

Agrupación	Media	N	Semanas
A	1.5152	12	1
BA	1.3736	12	2
B	1.2420	12	3
C	0.9647	12	4
C	0.8633	12	5
D	0.6131	12	6

Letras diferentes reflejan diferencias significativas estadísticas

Al analizar la separación de las medias del suministro de alimento por semana, se observa que el comportamiento de esta variable, en relación, a las semanas de estudio fue descendente, presentándose un mayor suministro en las primeras semanas. Asimismo se aprecia que el suministro de alimento de la primera a la tercera semana no presentó diferencia estadística significativa. Esto significa que el suministro fue similar entre estas semanas, pero sí se presentó una diferencia numérica siendo mayor en la primera semana (1.5152). A partir de la cuarta semana hubo diferencia estadística. Este comportamiento se debe a que los organismos en sus primeros estadios requiere de una mayor alimentación ya que su gasto de energía es mayor por que está en crecimiento y su organismo está en formación, en etapas posteriores su requerimiento es menor por lo que solo necesita mantener su peso corporal.

a) Ganancia de peso semanal (incremento en peso)

Tabla 14. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable ganancia de peso media semanal

FV	gl	CM	Pr > F
Tratamientos	2	0.01076285	0.5042 NS
Semanas	5	0.04187868	0.0301 *
Tratamiento x Semana	10	0.00814118	0.8653 NS
Error	54	0.015522025	

F.V: Fuente de variación

gl: Grados de libertad

CM: Cuadrado medio

NS: No significativo

***** ($\alpha = 5\%$) significativo

Al realizar el análisis para la variable ganancia de peso a través de ANDEVA, no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, lo que significa que tanto el alimento testigo (sin inclusión de zeolita) y los tratamientos con inclusión de 5 y 10% de zeolita tuvieron el mismo comportamiento en relación a la ganancia de peso. Igual comportamiento presentó la interacción tratamiento por semanas, es decir, que no existe diferencias entre peso ganado por semana en cada uno de los tratamientos. La fuente de variación semanal presenta diferencia significativa ($\alpha = 5\%$), esto indica que los pesos fueron diferentes entre las semanas.

Tabla 15. Separación de las medias de la ganancia semanal de peso (g) por tratamiento según Tukey.

Agrupación	Promedio	N	Tratamiento
A	0.1750	24	D10
A	0.1694	24	D0
A	0.1358	24	D5

Letras iguales reflejan similitud estadística

El análisis refleja que no existe diferencia estadística significativa entre los pesos promedios de los tratamientos en estudio, esto significa que tanto el tratamiento testigo D0 y los tratamientos D5 y D10 tuvieron un comportamiento similar en relación al peso ganado. Pero sí se presentan deferencias numéricas entre las medias de pesos por tratamientos, reportando un mayor peso el tratamiento D10 con valor de 0.1750 g y una menor ganancia de peso por semana en el D5 con valor de 0.1358 g. Este comportamiento es similar a lo reportado por Pérez (1992) en estudio, ***Empleo de Zeolita al 3% y 10% en dietas para camarón, realizado a nivel de Laboratorio con camarones de la especie *Penaeus schmitti****, no encontró diferencias significativas entre las ganancias de peso de los tratamientos, pero si se presentaron diferencias numéricas, siendo mayor en la dieta con un 3% de inclusión de zeolita con valor de 0.96, la dieta con 10 % presentó un valor de 0.76 y en la dieta testigo fue de 0.95. Las ganancias de peso por semana encontradas en el estudio son inferiores a las reportadas por Pérez.

El comportamiento de la ganancia de peso semanal por tratamiento es similar a lo obtenido por Quezada (1999) citado por Chévez y Ramírez (2001), que reporta una ganancia de peso por semana de 0.18g/semana, investigación que se realizó a nivel de Laboratorio con camarones *Litopenaeus vannamei*. En el gráfico 6, se presenta el comportamiento de la ganancia de peso (incremento en peso) por tratamiento.

Gráfico 6. Comportamiento de la ganancia de peso (Incremento en peso) por tratamiento

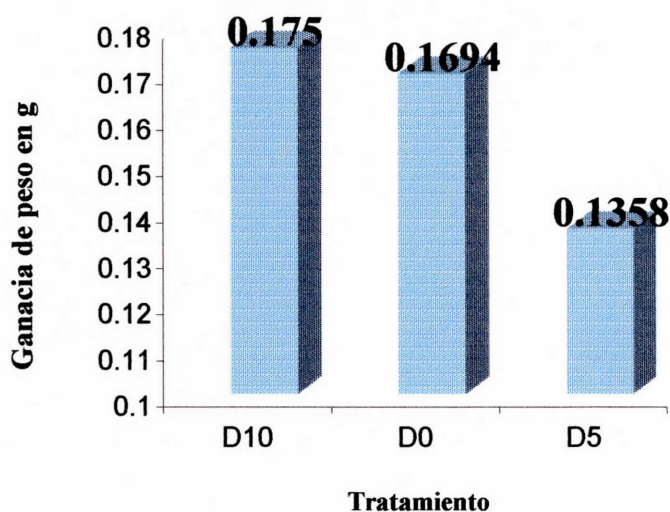


Tabla 16. Separación de medias para la ganancia de peso por semanas usando Tukey

Agrupamiento	Media	N	Semana
A	0.2525	12	4
BA	0.2025	12	5
BA	0.1667	12	3
BA	0.1275	12	2
BA	0.1117	12	1
B	0.0996	12	6

Letras diferentes reflejan diferencias significativas estadísticas

La tabla 16 refleja un comportamiento variado en la ganancia de peso en relación a las semanas de estudio. La máxima ganancia de peso se da en la cuarta semana con valores de 0.2525 y la menor ganancia en la sexta semana con valores de 0.0996, en las semanas 1, 2, 3 y 5 no existe diferencias estadísticas significativas, lo que indica que la ganancia de peso fue similar en estas semanas. Observándose diferencia estadística significativa entre la semana seis (menor peso) y cuatro (mayor peso), esta diferencia puede deberse a que el crecimiento de los organismos es mayor en los primeras estadios, el cual tiende a ser mas lento o a disminuir a medida que pasa o adquiere una etapa adulta. Asimismo puede atribuirse la mayor ganancia de peso media durante la cuarta semana, a que durante este período los camarones manifestaron las máximas respuestas con respecto al crecimiento y eficiencia alimenticia. En el gráfico 7 se presenta el comportamiento de pesos ganados en las semanas de experimentación.

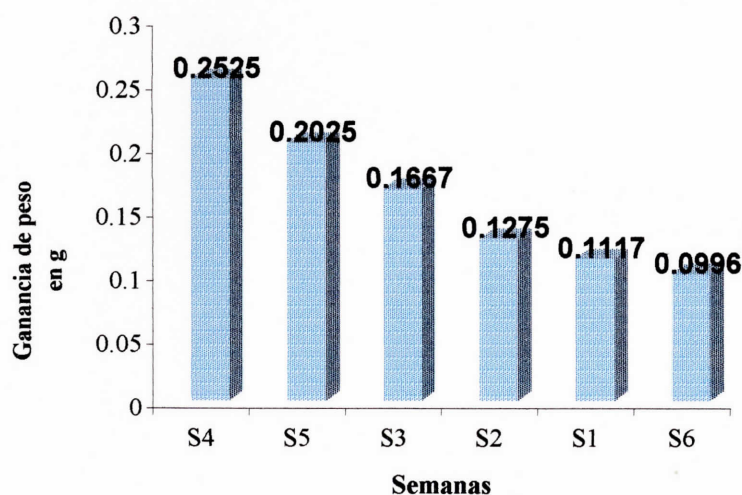


Gráfico 7. Comportamiento de pesos ganados en las semanas de experimentación

b) Factor de Conversión Alimenticia

Tabla 17. Análisis de Varianza (ANDEVA) para la variable conversión alimenticia

Fuente de Variación	gl	Cuadrado Medio	Pr > F
Tratamiento	2	34.3528121	0.1619 NS
Semana	5	53.2257180	0.0234 ***
Tratamiento x Semana	10	9.5542948	0.8577 NS
Error	39	17.9997635	

FV: Fuente de variación

gl : grados de libertad

FV : Fuente de variación

Cuadrado medio:

NS: No significativo

***** (p < 0.05)** significativo

El análisis de varianza realizado a la variable factor de conversión alimenticia, muestra que para las fuentes de variación tratamiento y la interacción tratamiento por semana no existe diferencia significativa, lo cual indica que tanto el alimento testigo como los alimentos experimentales mostraron igual comportamiento. El análisis ANDEVA para la fuente de variación semana refleja un efecto significativo ($p < 0.05$), es decir, que la conversión alimenticia presentó variación durante las semanas de evaluación, debido principalmente a las ganancias de peso obtenidas durante el estudio.

Tabla 18. Cuadro de separación de medias por semana de conversión alimenticia por tratamiento según Tukey

Agrupamiento	Promedio	N	Tratamiento
A	7.761	12	D5
A	6.778	12	D0
A	5.019	12	D10

En este estudio realizado a nivel de laboratorio el factor de conversión alimenticia (FCA) se refiere a la medida de los gramos de alimento suministrados a cada unidad experimental para producir un incremento en el tejido vivo de los camarones.

La separación de medias de la conversión alimenticia respecto a los tratamientos refleja que tanto el tratamiento D0 (testigo) como los experimentales D5 y D10 no presentan diferencia estadísticamente significativa, lo que significa que existe similitud entre las conversiones alimenticias de los tratamientos. Pero sí se presentan diferencias numéricas entre los tratamientos, obteniéndose un mayor factor de conversión alimenticia (FCA) en el tratamiento con 5% de zeolita con valor de 7.761 y un menor para el tratamiento con inclusión de zeolita del

10%; aunque este tratamiento no presentó diferencia estadística significativa en relación a los otros tratamientos, es el que resultó ser mejor, ya que presentó un incremento mayor en tejido vivo o ganancia de peso de acuerdo al alimento que se suministró, por lo tanto se puede presumir que los camarones alimentados con el tratamiento D10 mostraron un mayor aprovechamiento del alimento suministrado. De acuerdo al análisis realizados a la variable suministro de alimento los resultados fueron similares en los tres tratamientos, ya que no se encontró diferencias significativas.

Los resultados del análisis estadístico realizados a la variable factor de conversión alimenticia difieren a lo encontrado por Pérez (1992), en estudio sobre el empleo de zeolitas en dietas para camarones juveniles *Penaeus schmitti*, reportando similitud en el FCA entre los tratamientos con inclusión de zeolita de 3 y 10%, siendo el factor para estos tratamientos de 4.5 respectivamente y diferencia estadísticamente significativa en la dieta sin inclusión de zeolita o testigo con un FCA de 6.5. En el gráfico 8 presenta el comportamiento de las medias del factor de conversión alimenticia por tratamiento.

Gráfico 8. Comportamiento de las medias del factor de conversión alimenticia por tratamiento

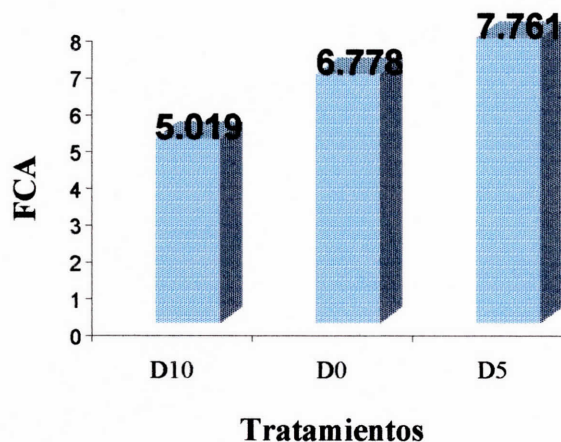


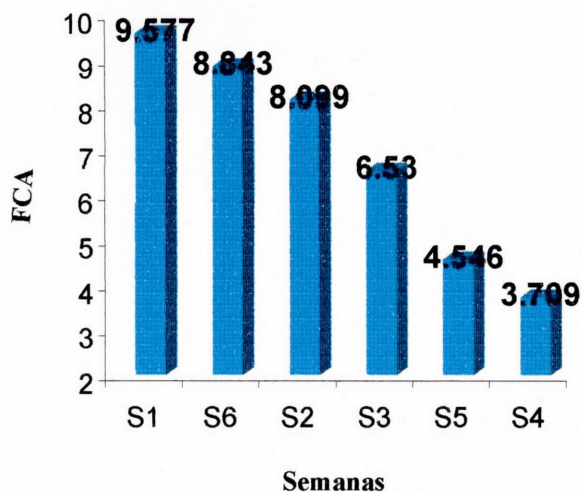
Tabla 19. Separación de medias para el factor de conversión alimenticia por semanas usando Tukey

Agrupamiento	Media	N	Semana
A	9.577	12	1
BA	8.843	12	6
BA	8.099	12	2
ABC	6.530	12	3
BC	4.546	12	5
C	3.709	12	4

Letras diferentes reflejan diferencias significativas estadísticas

La tabla 19 presenta el comportamiento de la conversión alimenticia en relación a las semanas de estudio según Tukey. La mejor conversión alimenticia se manifestó en la cuarta semana de estudio de 3.709. Tal efecto se debe a que en esta semana los camarones obtuvieron su crecimiento máximo, es decir, que mostraron un mayor aprovechamiento del alimento consumido. El factor de conversión alimenticia mas alto se da en la primera semana de 9.577, debido a que los organismos en las primeras semanas de estudio presentan mayor estrés debido a que están en proceso de adaptación al medio, lo que influye directamente sobre el crecimiento o ganancia de peso. En la tabla se observa que a medida que transcurren las semanas de experimentación el factor de conversión alimenticia tiende a disminuir, lo que indica que en semanas posteriores existe una mayor ganancia de peso. Asimismo se observa que existe diferencia significativa en la primera semana (mayor conversión alimenticia) y la cuarta semana (menor conversión alimenticia). En el gráfico 9 se presenta el comportamiento del factor de conversión alimenticia por semana de experimentación.

Gráfico 9. Comportamiento del factor de conversión alimenticia por semana de experimentación



VII.- CONCLUSIONES

1. Los factores ambientales físicos (temperatura) y químicos (salinidad, pH y amonio) están dentro de los rangos óptimos para el crecimiento y desarrollo normal de los camarones. Asimismo puede asumirse que la zeolita ejerció un efecto sobre las concentraciones de amonio al reducir el contenido de este durante las seis semanas de estudio, de acuerdo a los resultados de los análisis de amonio realizados al agua de drenaje de las unidades experimentales.
2. Al evaluar la variable suministro de alimento en cada uno de los tratamientos no se encontraron diferencias significativas.
3. La inclusión de zeolita al 5% y 10% (D5, D10) como aditivo en dietas para camarones juveniles *Litopenaeus vannamei*, no ejercen efecto significativo sobre el crecimiento o ganancia de peso de los camarones. Presentándose un mayor incremento de peso en el tratamiento D10 (10% de inclusión de zeolita).
4. Los tratamientos no ejercen efecto significativo sobre la conversión alimenticia. Pero si se obtuvo una mejor conversión alimenticia en el tratamiento D10. Por lo que se puede presumir que los camarones alimentados con la dieta D10 mostraron un mayor aprovechamiento del alimento suministrado.

VIII.- RECOMENDACIÓN

- Debido a la importancia del uso de la zeolita en la nutrición animal, su efecto de mejorar la calidad del agua en estanques, su disponibilidad y reciente explotación en Nicaragua, se recomienda realizar estudios a nivel de estanques de cultivo, tanto en la camaronicultura y piscicultura, en sistemas extensivos, semi-intensivo e intensivos, para contribuir al desarrollo de la acuicultura en nuestro país.

IX.- BIBLIOGRAFÍA

- BRENES. L. y López, 2001. Tesis. Comparación de Zeolita vs. Bentonita en dietas para pollos de engorde. Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí. Estelí, Nicaragua.
- BOYD C. 2001. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarones. En Métodos para mejorar La Camaronicultura en Centroamérica. USDA, Proyecto de Reconstrucción del Huracán Mitch. Página 1-29.
- CHÉVEZ. K y Ramírez W. 2001. Utilización del aditivo de tipo antibiótico (oxitetraciclina) en alimento, en camarones *Litopenaeus vannamei* estadio juvenil. Tesis de Licenciatura. Universidad Centroamericana. Managua Nicaragua. Páginas, 94.
- GARCÍA O. 1999. Micro - proyecto de extracción y experimentación con zeolitas. Nicaragua: Instituto Austriaco para la cooperación Internacional.
- HEPHER B. 1988. Nutrición de peces comerciales en estanques. LIMUSA. Páginas, 46.
- LITTLE. 1981. Diseño de bloques completamente al azar en Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Página, 59.
- LÓPEZ J. 1997. Acuicultura. Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos. España. Universidad de Cádiz.
- MOLINA E (a). 2000. Validación de tres niveles de zeolitas (1.5, 3 y 4.5 %) respectivamente en dietas para pollos de engorde. Nicaragua: Escuela Católica de Agricultura y Ganadería de Estelí.
- MOLINA E (b). 2000. Validación de tres niveles de inclusión de zeolita (2, 4, y 6 %) respectivamente en dietas para cerdos de engorde. Nicaragua: Escuela Católica de Agricultura y Ganadería de Estelí.
- MOLINA E (c). 2000. Validación de un Nivel de Zeolita (0.5%) Versus un Nivel de Bentonita (0.5%) y un Nivel Testigo (0%) en Dietas para Pollos de Engorde. Nicaragua. Escuela Católica de Agricultura y Ganadería de Estelí.
- OBREGÓN A y Estrada Y. 1999. Factores físicos-químicos del agua que afectan el rendimiento biológico del camarón en tres granjas camaroneras del Estero Real y su relación con el cambio climático. UCA. Managua, Nicaragua. 43 Pág.
- PÉREZ M. 1986. Empleo de la Zeolita en Dietas para Juveniles del Camarón Blanco *Penaeus schmitti*. En Engorde y Maduración de Camarones Peneidos. Volumen II. Página, 89.

PÉREZ M., Álvarez S. y Carballo I. 1992. Empleo de la zeolita en dietas para juveniles del camarón blanco *Penaeus schmitti*. En: Engorde y Maduración de Camarones Peneidos. Vol. 2. Programa II – Acuicultura, CITED-D (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Subprograma II Acuicultura) Revista de publicaciones especializadas. No. 92: 24 – 27. Páginas, 89-92

SABORÍO A. 2000. La Camaronicultura en Nicaragua. Universidad Centroamericana. 17 Pág.

ANEXOS

Anexo No. 1 Dispositivo Experimental, ubicado en el área de Ecofisiología





Para adquirir copias adicionales de éste documento escribir a:
Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos (CIDEA)
Universidad Centroamericana (UCA)
Apdo. 69 Managua, Nicaragua
E-mail cidea@ns.uca.edu.ni